

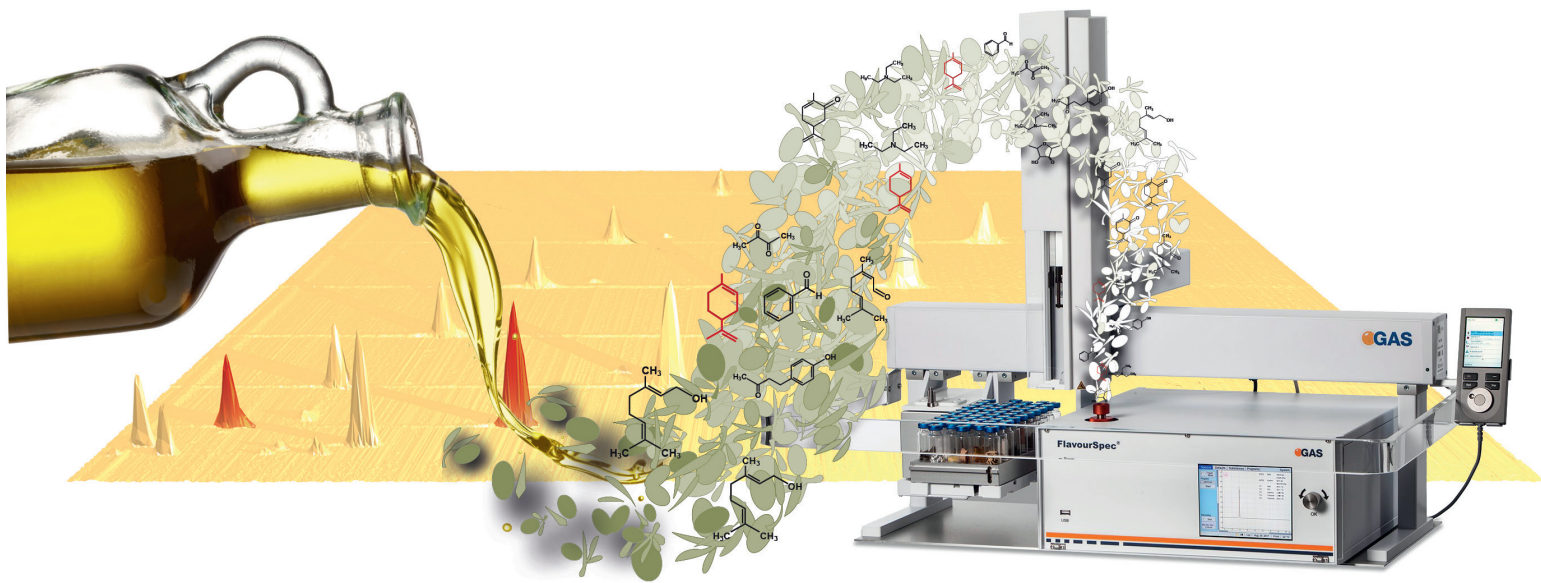
证券简称：海能仪器 证券代码：430476
咨询热线：400 618 6188
官方网站：www.hanon.cc
服务监督电话：400 006 5188



官方微信



官方网站



海能控股

电话 :010 84742310
传真 :010 84742310
网址: <http://www.gas-dortmund.de/>
北京市朝阳区惠新东街甲 2 号
住总地产大厦 803 室



本册制作材料为环保纸

“看得见” 的风味分析
---FlavourSpec®在风味领域的应用方案

“看得见”的风味分析

---FlavourSpec®在风味领域的应用方案

食品中风味物质浓度通常较低，大多数风味物质的含量在ppb级别，目前的检测技术如GC、GC-MS需要固相微萃取的方式进行样品前处理，热敏性样品（如西瓜汁），加热后风味成分发生变化，仪器检测到的结果并非样品原有真实的气味；此外风味成分在食品加工、贮藏、提取分离过程中的变化也是目前检测技术亟待解决的问题；从食品风味的角度来看，并非所有仪器检测到的挥发性有机物都是同等重要的，有时我们只需找出有差异的成分进行分析即可。

FlavourSpec®风味分析仪结合了气相色谱的高分离度和离子迁移谱的高灵敏度，无需样品前处理，直接进样分析固体或液体样品的顶空成分，检出限可达到ppbv级别。仪器可对单一化合物/标记物进行定性定量分析，亦可对样品的挥发性有机物进行快速与结果导向的分析，其原理如图1所示。

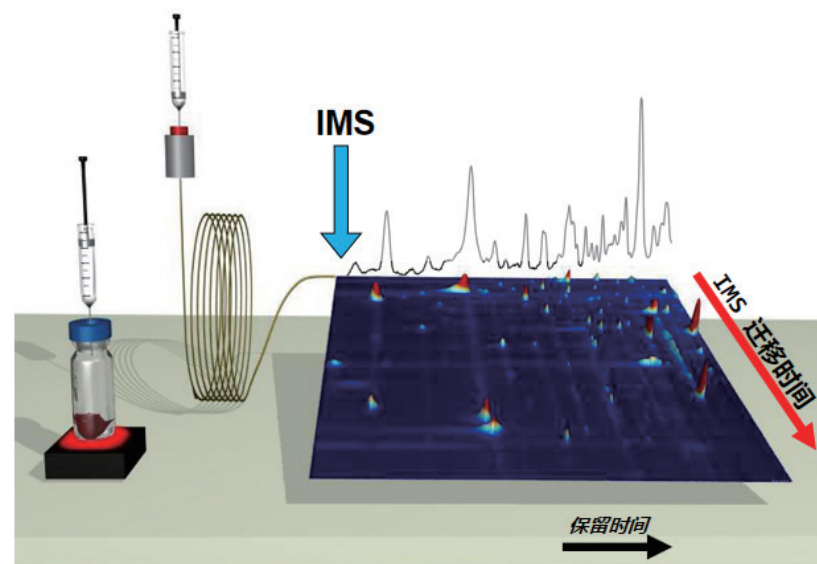


图1. FlavourSpec®风味分析仪原理图

FlavourSpec®风味分析仪在风味检测中的优势:

- 超高灵敏度，样品中痕量挥发性有机物“尽在掌握”；
- 无需浓缩富集，样品检测速度快，典型分析时间在5-15分钟；
- 数据处理省时省力，20个样品一天便可得到报告；
- 无需真空系统，开机稳定时间短，20分钟便可工作；
- 强大的软件功能可得到丰富的数据结果：
 - 1) Reporter插件在得到数据后可快速查看样品间风味物质的差异；
 - 2) GalleryPlot插件可得到产品/原材料的指纹图谱，数据直观可视化，风味差异“看得见”，适用于食品加工工艺的优化或选择；
 - 3) PCA插件，用于聚类分析，帮助产品品控或分级，建立分类模型后可用于产品原产地的保护。

例如：M1-M5为不同浓度混标溶液（5ppb、20ppb、50ppb、75ppb、100ppb），软件处理所得谱图如图2所示：

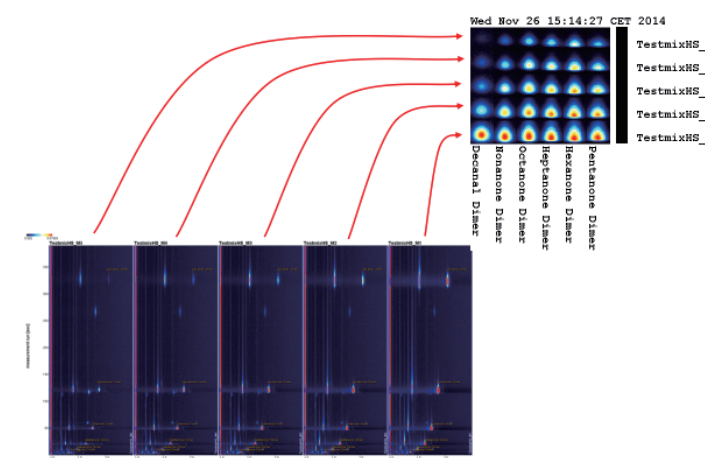


图2. 混标样品的气相离子迁移谱图和指纹谱图

图2中左下图为混标样品挥发性有机物的气相离子迁移谱图；右上图为M1-M5混标中选取的戊酮、己酮、庚酮、辛酮、壬酮、癸醛的指纹谱图；

在指纹谱图中:

- 每一行代表一个样品中选取的信号峰；
- 每一列代表同一挥发性有机物在不同样品中的信号峰；
- 每一个点代表一种挥发性有机物，点颜色的深浅表示物质含量的多少；

由指纹谱图可知：M5中6种醛酮含量最低，M1中醛酮含量最高，从M5至M1，醛酮含量逐渐升高，建立标准曲线后可对任一醛酮物质进行定量分析。

4) 软件内置NIST气相保留指数（RI）数据库和G.A.S.迁移时间（Dt）数据库，定性时采用二维定性，数据更精准，且两个数据库均可扩展，用户可建立行业专有数据库。

例如：甜瓜中定性出的部分物质如下表：

Count	Compound	CAS#	Formula	MW	RI	Rt [sec]	Dt [RIPrel]	Comment
1	ethyl hexanoate	C123660	C8H16O2	144.2	1002.7	495.982	1.3457	Monomer
2	ethyl hexanoate	C123660	C8H16O2	144.2	1002.0	494.656	1.7976	Dimer
3	Benzaldehyde	C100527	C7H6O	106.1	950.3	407.74	1.1502	Monomer
4	Benzaldehyde	C100527	C7H6O	106.1	950.1	407.516	1.4656	Dimer
5	Ethyl Acetate	C141786	C4H8O2	88.1	629.7	167.841	1.3361	
6	ethyl butanoate	C105544	C6H12O2	116.2	803.5	252.656	1.5569	Dimer
7	ethyl butanoate	C105544	C6H12O2	116.2	804.3	253.255	1.2089	Monomer
8	3-Methylbutyl acetate	C123922	C7H14O2	130.2	881.6	321.417	1.2946	Monomer
9	3-Methylbutyl acetate	C123922	C7H14O2	130.2	881.2	320.966	1.7408	Dimer
10	Ethyl 3-methylbutanoate	C108645	C7H14O2	130.2	852.4	292.609	1.6486	Dimer
11	Ethyl 3-methylbutanoate	C108645	C7H14O2	130.2	851.7	292.012	1.2523	Monomer
12	(E,Z)-2,6-nonadienal	C557482	C9H14O	138.2	1155.2	922.338	1.3776	
13	Methyl hexanoate	C106707	C7H14O2	130.2	925.5	373.193	1.291	
14	Dimethyl ketone	C67641	C3H6O	58.1	474.1	133.985	1.1161	
15	Ethyl methyl ketone	C78933	C4H8O	72.1	599.3	159.084	1.2456	Dimer
16	Ethyl methyl ketone	C78933	C4H8O	72.1	597.4	158.571	1.0579	Monomer
17	octanal	C124130	C8H16O	128.2	1003.6	497.77	1.3954	
18	3-methylbutanoic acid	C503742	C5H10O2	102.1	868.7	308.254	1.2173	
19	2-hexenol	C2305217	C6H12O	100.2	856.8	296.743	1.1801	
20	Ethanol	C64175	C2H6O	46.1	435.8	128.915	1.0539	Monomer
21	Ethanol	C64175	C2H6O	46.1	430.1	128.227	1.1389	DImer
22	1-Propanol	C71238	C3H8O	60.1	578.8	153.85	1.114	

FlavourSpec®在风味领域的应用：

- 地理标识性产品的保护
- 产品品种、品质的区分
- 产品新鲜度和货架期的评估
- 加工适用性的选择和优化
- 蜂蜜蜜源的溯源及真假的识别
- 加工过程中风味的变化



FlavourSpec®风味分析仪

1.精准区分不同产地的稻花香，用于地理标识性产品的保护

“橘生淮南则为橘、生于淮北则为枳”， 稻米因种植的产地水土不同，其风味亦有差异。直接取5g大米置于顶空瓶中进样分析，15分钟后便可得到其挥发性有机物信息，软件分析后可快速判断稻花香稻米的产地，建立真实稻米产地的分类模型后，可用于五常稻花香原产地的保护。

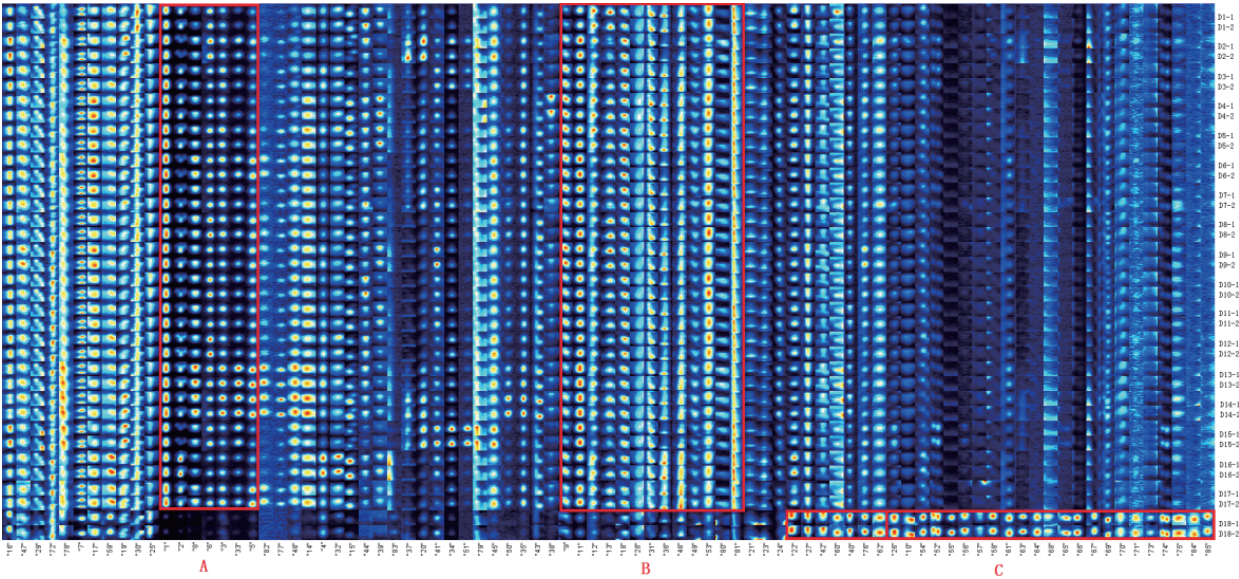


图3.不同产地稻花香稻米的挥发性有机物指纹图谱

注：1-17号样品为五常市不同乡镇采集的稻花香样品；18号样品为延寿县采集的稻花香样品。

D2 D3 D4 D5 D6 D8 D9 D10 D11 D12 D13 D14 D15 D16 D18

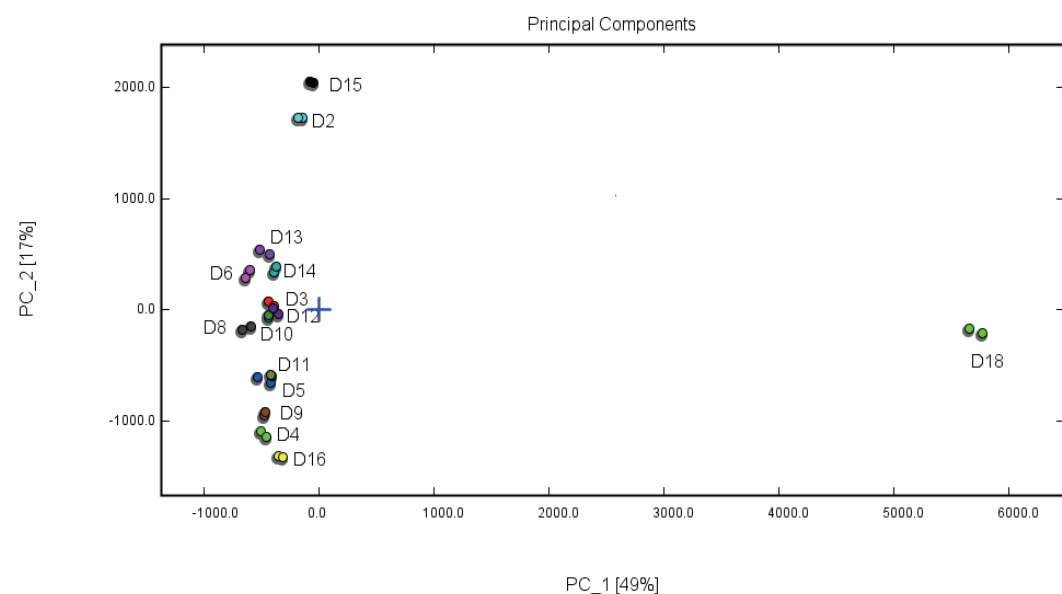


图4.不同产地稻花香稻米的PCA分析图

从上图可知，五常稻花香稻米聚集在PCA的左侧，延寿稻花香在图谱的右侧。根据挥发性有机物信息建立真实产地的稻花香稻米分类模型后，可以用于五常稻花香稻米的原产地保护。

Reference: 农业部环境保护科研监测所《我国东北稻米溯源技术研究》

2.快速捕捉挥发性有机物差异，用于橄榄油等级的区分

《GB 23347-2009》橄榄油、油橄榄果渣油国家标准，橄榄油主要分为初榨橄榄油、精炼橄榄油、果渣油三大类，橄榄油的等级不同，其价格不同。

根据挥发性有机物的信息，可以对橄榄油进行等级区分，图谱如下图所示。

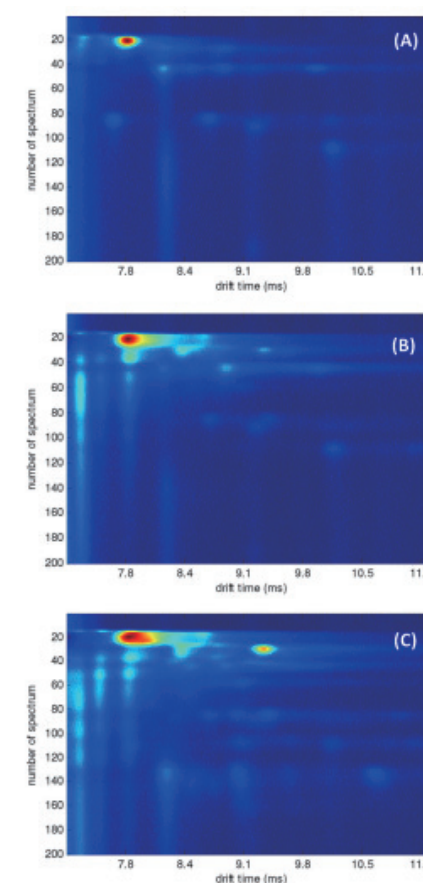


Fig. 5. Topographic plot of GC-IMS spectra. (A) Pomace olive oil, (B) olive oil and (C) extra virgin olive oil.

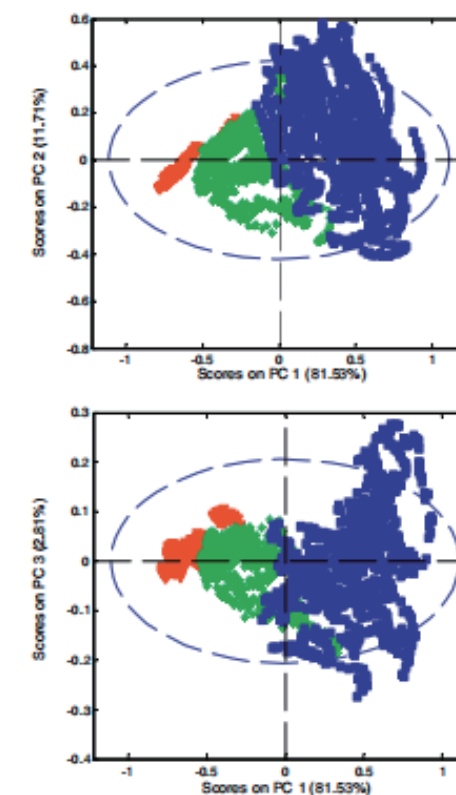


Fig. 3. PCA results for mean-centered data for the three types of oil as obtained with UV-IMS. Samples: Pomace olive oil (red triangles); olive oil (green asterisks); extra virgin olive oil (blue squares). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of the article.)

图5.不同等级橄榄油的气相离子迁移谱图和PCA图

注：样品信息：A.果渣橄榄油、B.橄榄油、C.特级初榨橄榄油。

从上图知：特级初榨橄榄油（EVOO）产品中风味物质明显多于橄榄油（OO）和果渣橄榄油（POO）；本文中采用两种技术（GC-IMS和UV-IMS）对EVOO、OO、和POO进行分类，橄榄油等级区分的识别率高达95%。

Reference: Direct classification of olive oils by using two types of ion mobility spectrometers. Anal. Chim.Acta (2011) .DOI: 10.1016/j.aca.2011.03.007.

3.直观看出不同储存时间样品风味的变化，用于评估鸡蛋的新鲜度和货架期

不同存储时间鸡蛋的风味变化如下图所示：

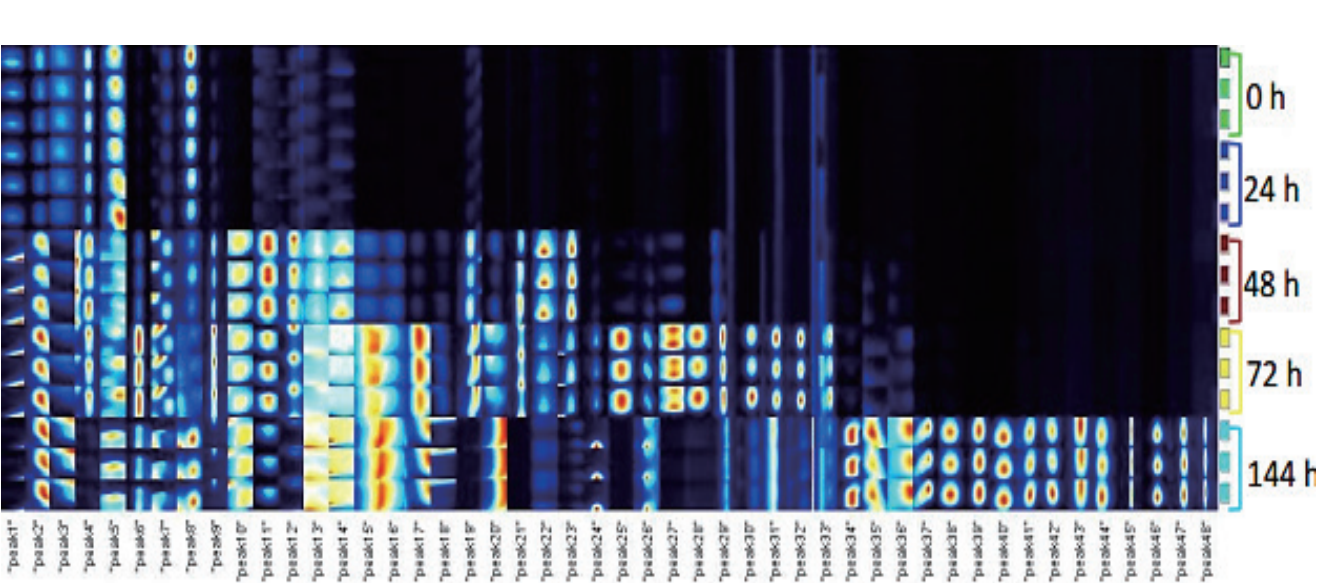


图6.不同存储时间的鸡蛋挥发性有机物指纹图谱

鸡蛋在室温下放置0-144h过程中气味逐渐发生变化；0-24h过程中，鸡蛋风味几乎不变，说明此阶段鸡蛋品质没有明显变化。

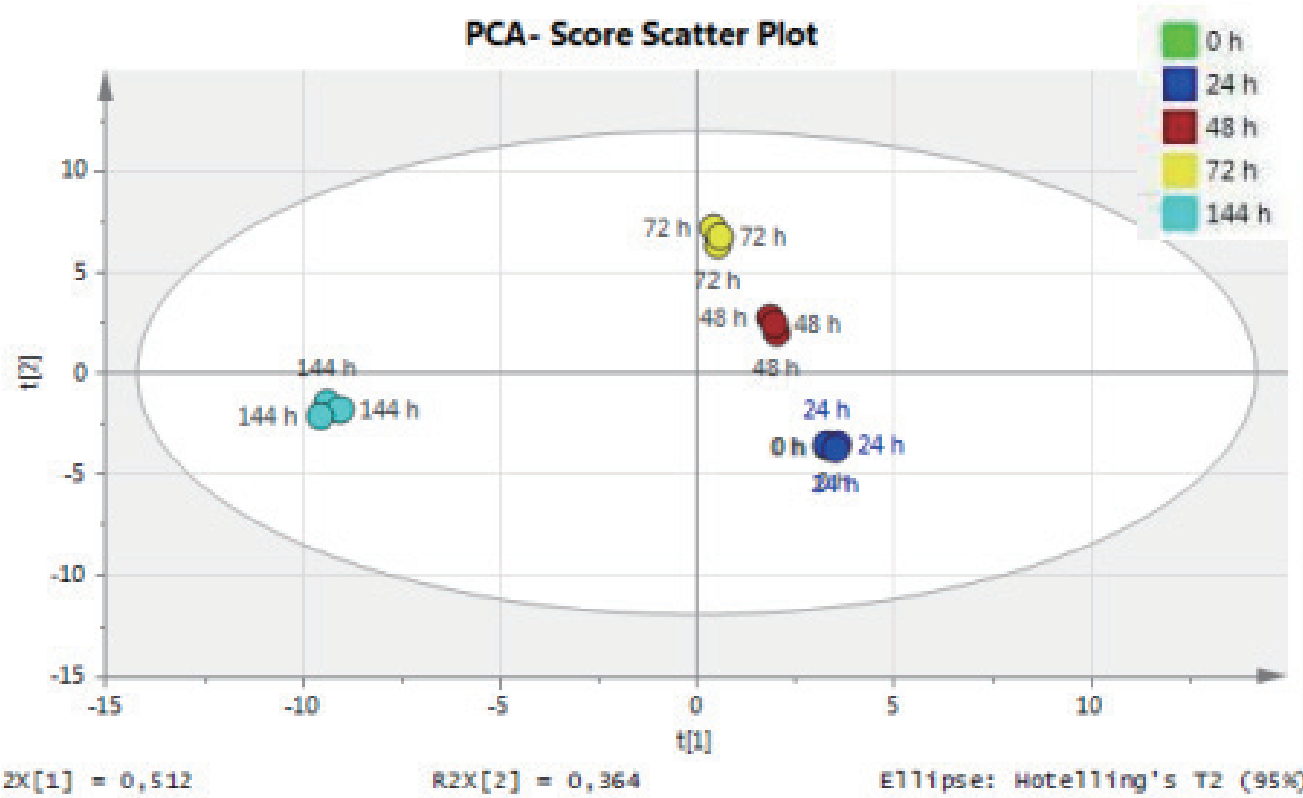


图7.不同存储时间的鸡蛋的PCA分析

建立不同储存时间鸡蛋的分类模型后，可用于快速判断鸡蛋的新鲜度。

Reference: Ion mobility spectrometry coupled to gas chromatography: A rapid tool to assess eggs freshness. **Food Chemistry**, 271 (2019) 691-696.

4.据其猪肉挥发性有机物差异，判断伊比利亚黑猪的饲养方式

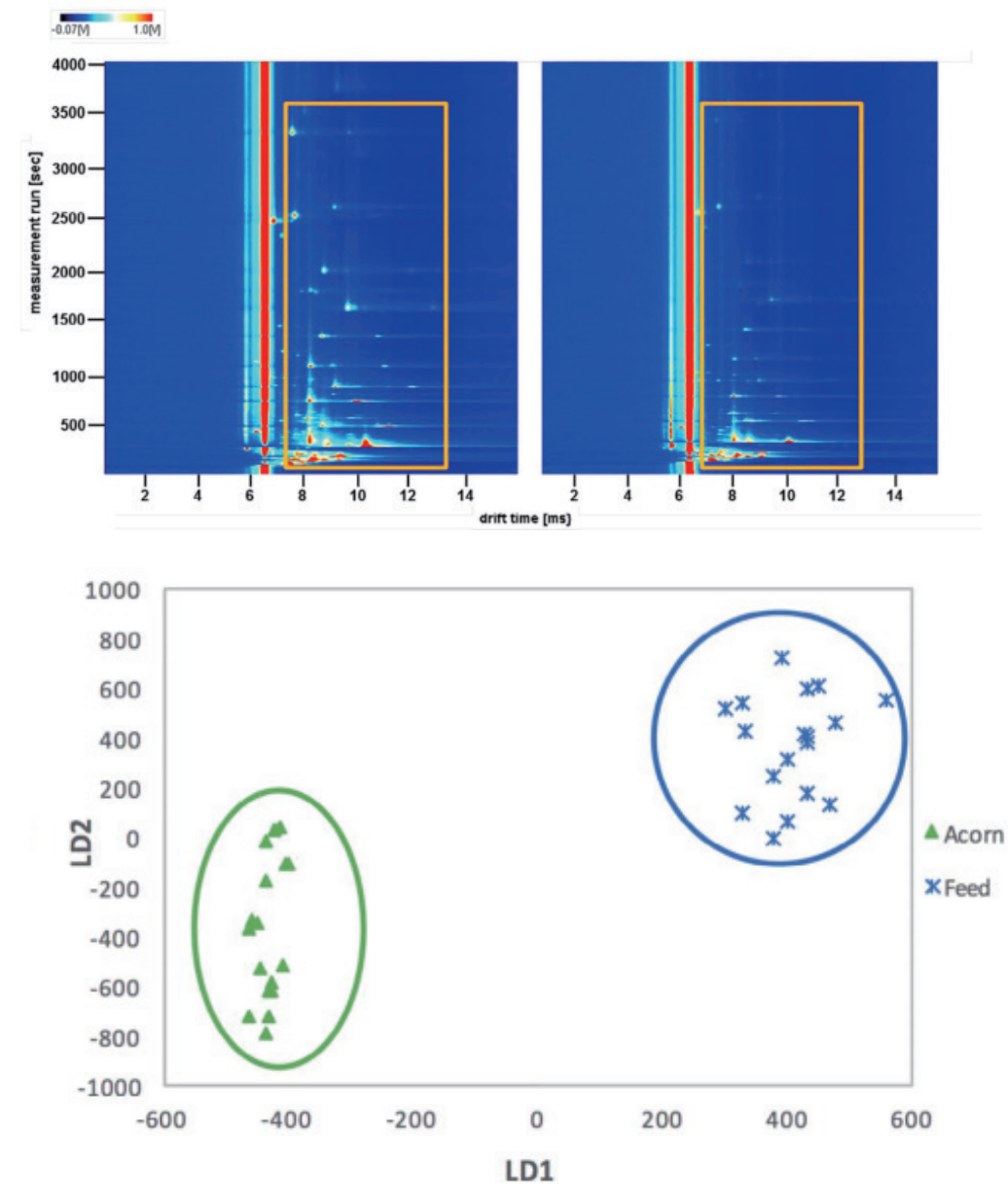


图8. 不同极性色谱柱检测伊比利亚火腿的气相离子迁移谱图及PCA图

采用两种不同极性色谱柱对不同饲养方式（饲料和橡实）的伊比利亚火腿进行分析，GC-IMS技术获得二维数据，采用化学计量学进行处理，对饲养方式的判别率高达100%。

Reference: Target vs spectral fingerprint data analysis of Iberian ham samples for avoiding labelling fraud using headspace–gas chromatography–ion mobility spectrometry. **Food Chemistry**, 2. 46(2018) 65-73.

5.精准快速捕捉松茸加工前后风味的变化，用于加工适用性的优化选择

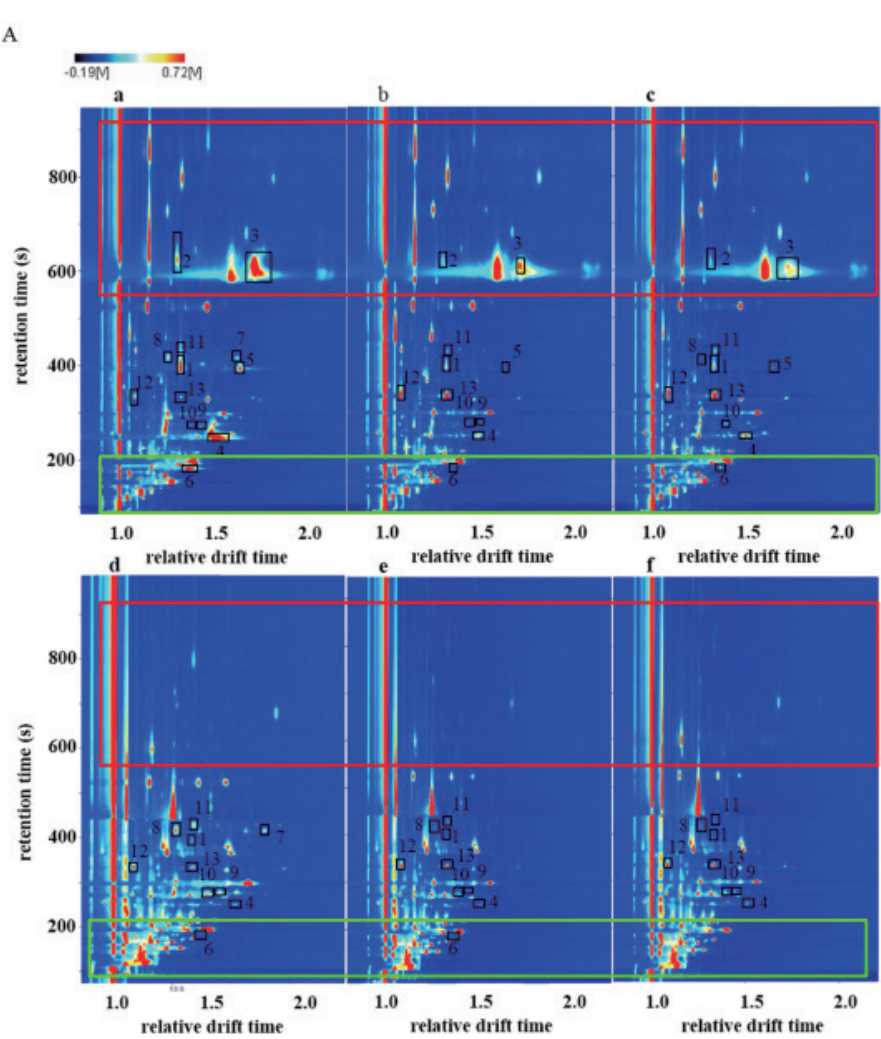
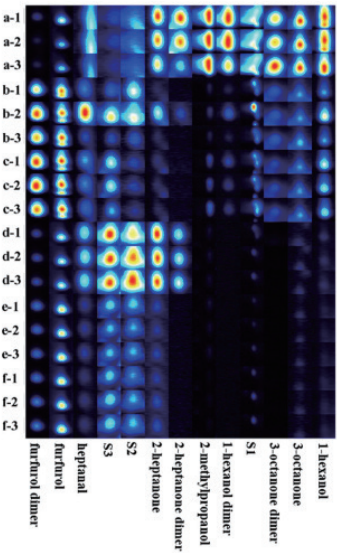


图9. 不同部位松茸烘干前后气相离子迁移谱图

注：a. 菌伞、b.菌柄、c.柄底；d.烘干菌伞、e.烘干菌柄、f.烘干柄底；
经谱图对比可知，松茸烘干后，不同部位的松茸样品红框中的标出的物质如1-Octene-3-ol（蘑菇醇）等消失。

将样品中挥发性有机物选取出来形成指纹图谱，如下图所示：



由左图知：
松茸部位不同，风味成分各不相同；菌伞中含量最高的成分在烤干后均消失，这是导致烤干前后松茸风味不同的主要原因；根据加工前后不同部位松茸风味变化对比，结合感官评价及理化指标的数据，可用于选择最好的食材，亦可用于加工工艺的优化。

图10. 不同部位松茸烘干前后挥发性有机物指纹图谱

Reference: Characteristic volatiles fingerprints and changes of volatile compounds in fresh and dried *Tricholoma matsutake* Singer by HS-GC-IMS and HS-SPME-GC-MS. *Journal of Chromatography B*, 1099. (2018) 46-55.

5.直观看蜂蜜风味的差异，用于蜜源的识别及掺伪判断。

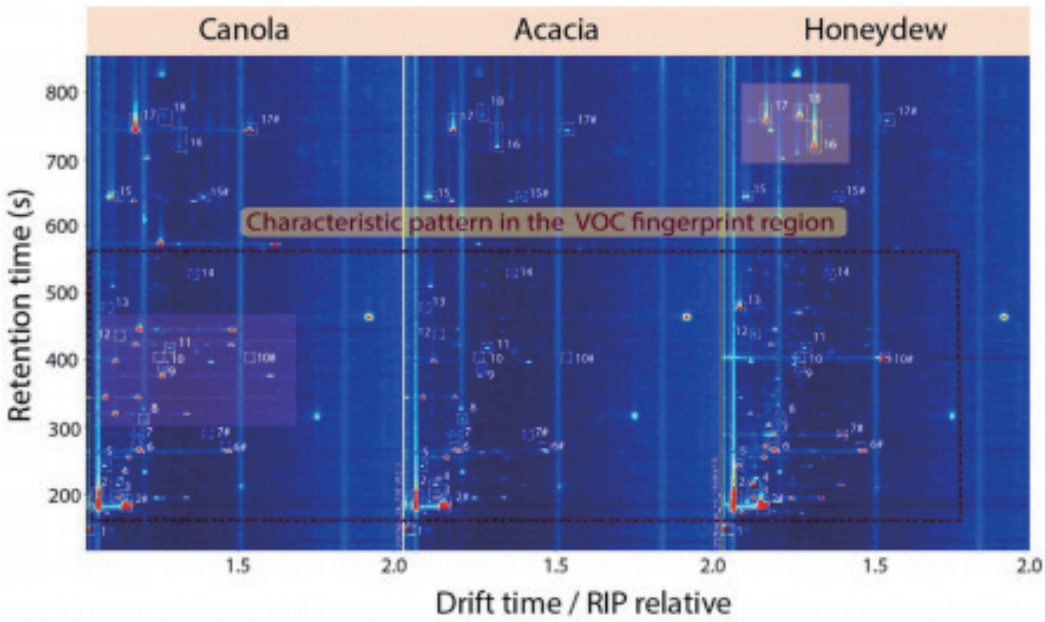


图11. 不同蜜源蜂蜜挥发性有机物的气相离子迁移谱图

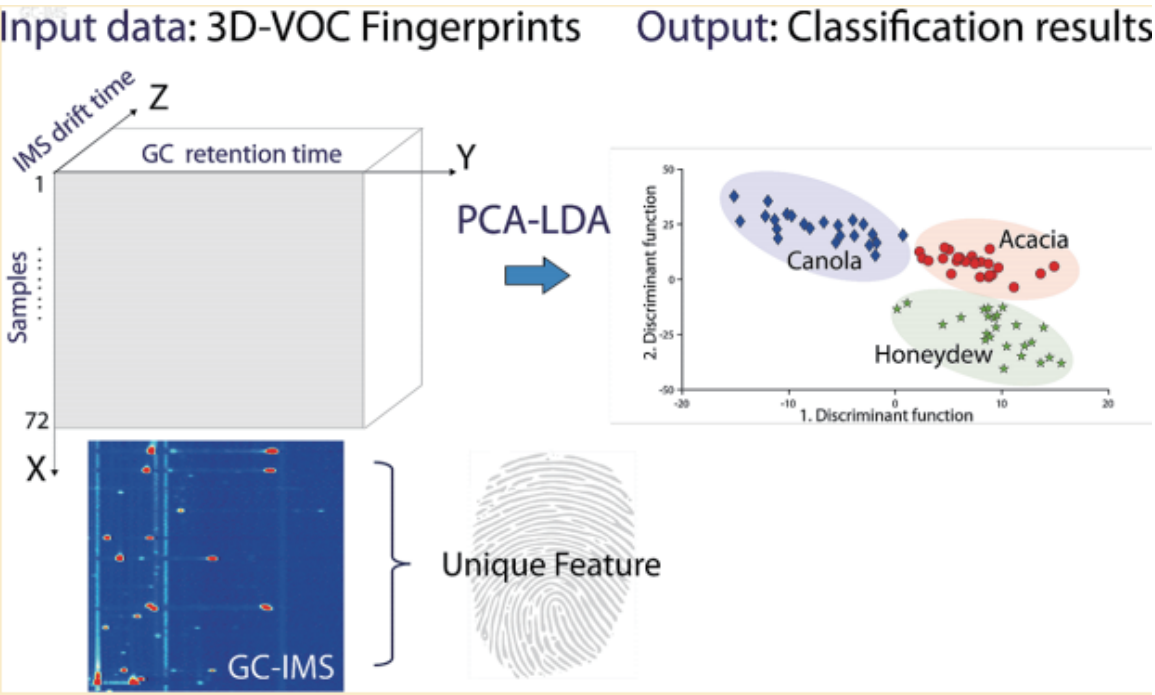


图12. 不同蜜源蜂蜜的PCA分析图

由上两图知：油菜花、金合欢花与蜜露蜂蜜挥发性有机物指纹图谱差异明显；HS-GC-IMS技术可以作为¹H NMR蜂蜜样品溯源的可靠辅助工具。

Referenc: Volatile-Compound Fingerprinting by Headspace-Gas-Chromatography Ion-Mobility Spectrometry (HS-GC-IMS) as aBenchtop Alternative to 1H NMR Profiling for Assessment of the Authenticity of honey. *Analytical Chemistry* DOI: 10.1021/acs.analchem.7b03748 (2017)

6.发酵过程中风味的差异变化，用于优化发酵工艺及把控发酵时间

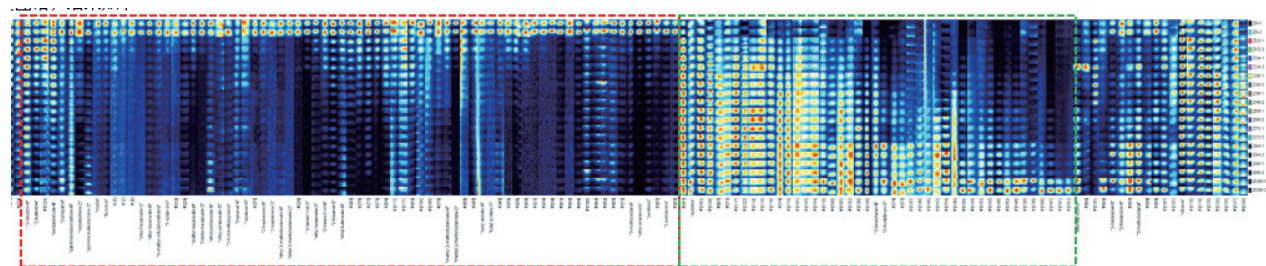


图13.不同发酵时间（每隔12h取样）红枣挥发性有机物的指纹图谱

红框中标出的物质随着发酵时间的延长，风味物质的种类和含量大幅减少；绿框中标出的物质随着发酵时间的延长，风味物质的种类和含量逐渐增多；结合感官评价和其他理化指标的检测，可用于发酵时间的优化和过程把控。

Reference: Content variations in compositions and volatile component in jujube fruits during the blacking process. **Food Sci Nutr.** 2019;1-9.

FlavourSpec®风味分析仪在风味检测时，无需固相微萃取，在室温条件下快速捕捉样品的真实风味，检出限可达 ppbv 级别，软件给出直观可视的挥发性有机物指纹图谱，风味差异“看得见”，结合感官评价及其他理化指标的分析，可为地理标志性产品的保护、产品品种/品质的区分、产品新鲜度及货架期的评估、加工工艺的优化等提供科学的数据指导。

附录：

气相色谱-离子迁移谱在风味分析领域的文献目录 ---英文文献

- 1.A green triple-locked strategy based on volatile-compound imaging, chemometrics, and markers to discriminate winter honey and sapium honey using headspace gas chromatography-ion mobility spectrometry[J]. **Food Research International**, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.004>.
- 2.Development of a flavor fingerprint by HS-GC-IMS with PCA for volatile compounds of Tricholoma matsutake Singer. **Food Chemistry**, 290 (2019) 32-39.
- 3.Characterization of the aroma release and perception of white bread during oral processing by gas chromatography-ion mobility spectrometry and temporal dominance of sensations analysis. **Food Research International**, 123 (2019) 612-622.
- 4.robustness study of calibration models for olive oil classification: Targeted and non-targeted fingerprint approaches based on GC-IMS. **Food Chemistry**, 288 (2019) 315-324.
- 5.Direct authentication of three Chinese materia medica species of the Lili Bulbus family in terms of volatile components by headspace-gas chromatography-ion mobility spectrometry. **Analytical Methods**, 2019. DOI: 10.1039/c8ay02338g.
- 6.Content variations in compositions and volatile component in jujube fruits during the blacking process. **Food Sci Nutr.** 2019. 1-9.
- 7.Identification of terpenes and essential oils by means of static headspace gas chromatography-ion mobility spectrometry. **Anal Bioanal Chem**, 409 (2017) 6595-6603.
- 8.Detection of Adulteration in Canola Oil by Using GC-IMS and Chemometric Analysis. **International Journal of Analytical Chemistry**, 2018, Article ID 3160265.
- 9.Characteristic volatiles fingerprints and changes of volatile compounds in fresh and dried Tricholoma matsutake Singer by HS-GC-IMS and HS-SPME-GC-MS. **Journal of Chromatography B**, 1099 (2018) 46-55.
- 10.Ion mobility spectrometry coupled to gas chromatography: A rapid tool to assess eggs freshness. **Food Chemistry**, 271 (2019) 691-696.
- 11.Volatile-Compound Fingerprinting by Headspace-Gas Chromatography Ion-Mobility Spectrometry (HS-GC-IMS) as a Benchtop Alternative to 1H NMR Profiling for Assessment of the Authenticity of Honey. **Analytical Chemistry**, DOI: 10.1021/acs.analchem.7b03748.
- 12.Coupling Gas Chromatography with Ion Mobility Spectrometry. **LC*GC Europe**, 2016. 294-303.
- 13.Target identification of volatile metabolites to allow the differentiation of lactic acid bacteria by gas chromatography-ion mobility spectrometry. **Food Chemistry**, 220 (2017) 362-370.

14. Ion mobility spectrometry of volatile compounds from Iberian pig fat for fast feeding regime authentication. **Talanta**, **76** (2008) 591–596.
15. A review of recent, unconventional applications of ion mobility spectrometry (IMS). **Analytica Chimica Acta**, **703** (2011) 114–123.
16. Using ion mobility spectrometry for screening the autoxidation of peanuts. **Food Control**, **64** (2016) 17–21.
17. Ion mobility spectrometry fingerprints: A rapid detection technology for adulteration of sesame oil. **Food Chemistry**, **192** (2016) 60–66.
18. Molecular Analysis for Determining Differences and Similarities of Perfume Dupes. **GLOBAL INGREDIENTS & FORMULATIONS GUIDE 2016**.
19. Ion Mobility Spectrometry versus Classical Physico-chemical Analysis for Assessing the Shelf Life of Extra Virgin Olive Oil According to Container Type and Storage Conditions. **J. Agric. Food Chem**, **63** (2015) 2179–2188.
20. Gas chromatography and associated techniques in the analysis of laundry malodour. **H&PC Today - Household and Personal Care Today**, Vol. 9 nr.
21. Evaluation and application of static headspace–multicapillary column–gas chromatography–ion mobility spectrometry for complex sample analysis. **Journal of Chromatography A**, **1338** (2014) 136–148.
22. Direct determination of 2,4,6-trichloroanisole in wines by single-drop ionic liquid microextraction coupled with multicapillary column separation and ion mobility spectrometry detection. **Journal of Chromatography A**, DOI:10.1016/j.chroma.2011.06.032.
23. Volatile Metabolites of Goat Cheeses Determined by Ion Mobility Spectrometry. Potential Applications in Quality Control. **Food Anal Methods**, DOI: 10.1007/s12161-014-0050-1.
24. Multi-capillary column-ion mobility spectrometry: a potential screening system to differentiate virgin olive oils. **Anal Bioanal Chem**, **402** (2012) 489–498.
25. Ion Mobility Spectrometry a Versatile Analytical Tool for Metabolomics Applications in Food Science. **Current Metabolomics**, **2** (2014) 264–271.
26. Direct coupling of a gas–liquid separator to an ion mobility spectrometer for the classification of different white wines using chemometrics tools. **Talanta**, **84** (2011) 471–479.
27. Determination of volatile compounds by GC–IMS to assign the quality of virgin olive oil. **Food Chemistry**, **187** (2015) 572–579.
28. Resolution-optimized headspace gas chromatography-ion mobility spectrometry (HS-GC-IMS) for non-targeted olive oil profiling. **Anal Bioanal Chem**, DOI: 10.1007/s00216-017-0338-2.

29. Direct classification of olive oils by using two types of ion mobility spectrometers. **Analytica Chimica Acta**, DOI:10.1016/j.aca.2011.03.007.
30. Target vs spectral fingerprint data analysis of Iberian ham samples for avoiding labelling fraud using headspace – gas chromatography–ion mobility spectrometry. **Food Chemistry**, **246** (2018) 65–73.
31. Direct differentiation of herbal medicine for volatile components by a multicapillary column with ion mobility spectrometry method. **J. Sep. Sci**, **38** (2015) 3205–3208.
32. Use of a non-destructive sampling method for characterization of Iberian cured ham breed and feeding regime using GC-IMS. **Meat Science**, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.018>.
33. Biochemical changes induced by dominant bacteria in chill-stored silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and GC-IMS identification of volatile organic compounds. **Food Microbiology**, **84** (2019) 103248.
34. HS-GC-IMS and chemometric data treatment for food authenticity assessment: Olive oil mapping and classification through two different devices as an example. **Food Control**, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.001>.
35. Quality assessment of olive oils based on temperature-ramped HS-GC-IMS and sensory evaluation: Comparison of different processing approaches by LDA, kNN, and SVM. **Food Chemistry**, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.095>.

气相色谱-离子迁移谱在风味分析领域的文献目录 ---中文文献

1. 基于顶空气相色谱-离子迁移谱技术的冷冻猪肉储藏时间快速判别方法[J]. 食品科学, 2019, 40 (2) : 269-274.
2. GC-IMS 联用技术在香水质量快速检测中的应用[J]. 中国食品药品监管. 2019, 2. 57-61.
3. 粤式柱候酱的特征风味成分分析[J]. 现代食品科技. 2019, 35 (8) , 网络首发.
4. 离子迁移谱技术在食品风味分析中应用的研究进展[J/OL]. 食品工业科技. 2019, 网络首发.
5. 基于气相离子迁移谱黄酒产地识别的研究[J]. 食品工业科技. 2019, 网络首发.
6. 气相离子迁移谱对山茶油掺假的检测研究[J]. 食品科学, 2019, 40 (8) : 275-279.
7. 基于气相离子迁移谱技术的葵花籽油精炼程度的研究[J]. 食品科学, 2019, 网络首发.
8. 基于气相离子迁移谱检测静电场处理的大菱鲆品质[J]. 食品科学, 2019, 网络首发.
9. 气相色谱-离子迁移谱应用于橄榄油的掺假鉴别[J]. 食品研究与开发, 2018, 39 (15) : 109-116.

10.我国东北稻米溯源技术的研究[D]. 农业部环境保护科研检测所. 2018.

11.噻苯隆对薄皮甜瓜风味品质的影响[D]. 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所. 2018.

12.气相色谱离子迁移谱联用技术在食用植物油品质检测中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9 (2) : 396-401.

13.香菇挥发性风味成分的气相色谱 - 离子迁移谱分析[J]. 福建农业学报, 2018, 33 (3) : 309-312.

14.离子迁移谱及其联用技术在食品检测中的应用[J]. 现代食品, 2018, 6 (34) : 99-106.

15.微生物挥发性有机化合物在农产品中的分析及应用研究进展[J]. 食品科学. 2018, 39 (9) : 326-332.

16.薄荷滤棒固香期评价方法研究[J]. 食品与机械. 2018, 9. 58-61.

17.雁北嗜蓝孢孔菌固态发酵对大豆风味成分的影响[D].中国食品科学技术学会第十五届年会论文摘要集. 2018.

18.食用植物油的品质检测和掺伪鉴别研究[J]. 现代食品, 2018, (4) : 109-111.

19.GC-IMS 技术结合化学计量学方法在食用植物油分类中的应用[J]. 分析测试学报, 2017,36 (10) : 1235-1239.

20.基于 GC-IMS 技术的绿茶风味鉴别方法可行性的研究[J]. 广东化工, 2017,23 (44) : 19-21.

21.气相离子迁移谱 (GC-IMS) : 基于挥发性化合物指纹信息的茶叶质量评估新技术[D]. 第八届食品质量安全技术论坛论文集. 2017.

22.离子迁移谱法检测蒸馏酒中 4 种风味成分[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7 (2) : 834-838.

23.离子迁移谱技术及其在食品检测中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2015,6 (2) : 391-398.

24.气相离子迁移谱在食品风味分析中的应用[J]. 化学工程与装备, 2015, (10) :204-205.

25.离子迁移谱快速测定食品中熏蒸剂溴甲烷[J]. 食品研究与开发. 2014, 37 (14) : 116-119.

26.气相色谱离子迁移谱仪在香水领域的应用[J]. 北京日化. 2014, 2. 32-37.

27.不同发育期忍冬花颜色与气味变化[J]. 中成药 2019, 41 (6) 1349-1353.

28.基于气相离子迁移谱检测的轮南白杏气调包装果实采后风味物质变化[J].现代食品科技 2019,35 (8) 网络首发.

部分客户名单

